

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-061345

(43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/54

(21)Application number : 09-216424

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 11.08.1997

(72)Inventor : KIMURA HIDETO  
KOBAYASHI YASUO

## (54) STAINLESS STEEL SUPERIOR IN HIGH TEMPERATURE STRENGTH AND HOT WORKABILITY

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain stainless steel, high in high-temperature strength, satisfactory in manufacturing yield and cost, and superior in crack resistance in hot working, by containing a specific quantity of C, Si, Mn, S, P, O, Ni, Cr, Al, N, B, Mo, Nb, Ti, V, Zr and Fe.

SOLUTION: The stainless steel contains, in weight %, 0.04-0.15 C, 2 or less Si, 3 or less Mn, 0.003 or less S, 0.07 or less P, 0.004 or less O, 5-25 Ni, 13-35 Cr, 0.006-0.03 Al, 0.3 or less N, 0.0002-0.0005 B, and 1.5-4 Mo, and also contains one kind or more from 1.2 or less Nb, 0.6 or less Ti, 0.6 or less V and 1.2 or less Zr, with the balance essentially Fe. The content of B is important; if it is 0.0005 wt.% or less, its improving effect is large on the intergranular strength of the steel to which B is added; if it is in excess of this weight %, cracks are caused at the time of hot rolling depending on slab heating conditions.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the withdrawal  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application] 27.02.2002

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-61345

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

C 2 2 C 38/00  
38/54

識別記号

3 0 2

F I

C 2 2 C 38/00  
38/54

3 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-216424

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月11日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 木村 秀途

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 小林 泰男

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

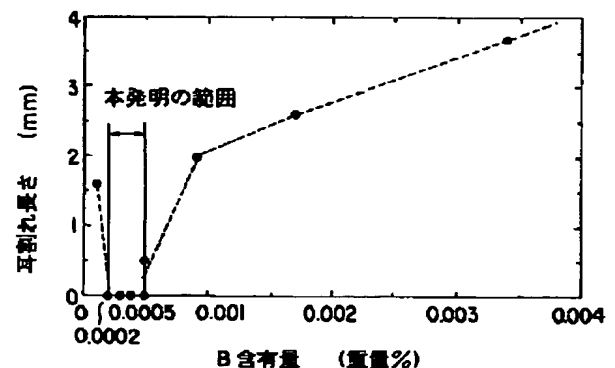
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 高い高温強度を有し、かつ製造歩留りや製造コストの低減を目的として、熱間加工において耐割れ性の優れたステンレス鋼を提供する。

【解決手段】 重量%でC: 0.04~0.15%と、Si: 2%以下と、Mn: 3%以下と、S: 0.003%以下と、P: 0.07%以下と、O: 0.004%以下と、Ni: 5~25%と、Cr: 13~35%と、Al: 0.006~0.03%と、N: 0.3%以下と、B: 0.0002~0.0005%とを含有し、残部Fe及び不可避免的不純物からなることを特徴とする、高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%でC：0.04～0.15%と、Si：2%以下と、Mn：3%以下と、S：0.003%以下と、P：0.07%以下と、O：0.004%以下と、Ni：5～25%と、Cr：13～35%と、Al：0.006～0.03%と、N：0.3%以下と、B：0.0002～0.0005%とを含有し、残部Fe及び不可避免の不純物からなることを特徴とする、高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼。

【請求項2】 鋼成分として、重量%でさらに、Mo：1.5～4%を含有することを特徴とする、請求項1に記載の高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼。

【請求項3】 鋼成分として、重量%でさらに、Nb：1.2%以下、Ti：0.6%以下、V：0.6%以下、及びZr：1.2%以下のうち一種以上を含有することを特徴とする、請求項1または2に記載の高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高温プラント機器部品等に利用できる高い高温強度を有し、かつ製造時の熱間加工性に優れたステンレス鋼に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ステンレス鋼の製鋼・圧延技術の進歩にともない、従来よりも効率的で、安価なステンレス鋼製造法が開発されており、製造歩留りも向上しつつあることは周知のとおりである。特に、熱間圧延工程における割れ、疵発生の問題は、表面精製負荷を左右し、製造コストに大きく影響することから、加工温度での延性向上等の切り口で種々に検討されている。

【0003】耐熱性と高温強度を有する13%～35%Cr系のオーステナイトステンレス鋼の場合、上記熱間加工性は深刻な問題を提起する。なんとすれば、典型的な耐熱ステンレス鋼の使用温度である400～800℃では、長時間加熱中にCr含有系鉄基合金の泣き所であるσ相なる脆い金属間化合物が組織中に析出しやすく、これを回避するため、一般に耐熱ステンレス鋼では、成分調整によりオーステナイト相の安定化を図るが、これが铸造組織中の微量フェライト相を減少もしくは消失させる結果となり、有害なS、P、O等の固溶度の低いオーステナイト中にあるは、これらの元素の粒界への偏析の程度を急激に上昇させることとなり、著しい割れの発生に繋がるからである。

【0004】この場合、成分面からの設計指針として、S、P、O等を低減または化合物の形に固定することは、熱間延性の向上の観点から有効な手段の一つとされている。これを連続铸造材の成分指針として打ち出した技術が、特開昭60-149748号公報に開示されている。ここでは主としてS、Oを低減し、さらにCa、Ce、Alを添加することにより、粒界等に偏析する

S、O量をも極力低減することによって、特に圧延時の耐鋼板表面割れ性が向上することを示したものである。また、こうした粒界清浄化の手段とは逆に、粒界偏析しやすい元素の添加によって粒界自体の強度を上げ、割れにくくする方法が提唱されており、そうした元素の典型例はBであるとされている。特開昭63-157840号公報に開示されている技術によると、フェライト量を制限した上でB添加することにより、熱間加工性を向上させることができ、特開平5-179405号公報でも同様にB添加の効果があるとされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭63-157840号公報の技術によるスラブは、分塊圧延の段階で割れを生じることがあり、実操業に適した安定した技術とは言い難いことが、製造ラインでの試験圧延の結果から明らかになっており、特開平5-179405号公報の技術による方法でも同様に、B添加の効果が安定性を欠くとの評価がなされつつある。また、構造物の大型化に伴う連続铸造スラブの寸法拡大に対し、必ずしもこれらの技術が有効かどうか不明な点がある。

【0006】即ち、本発明の目的は、高い高温強度を有し、かつ製造歩留りや製造コストの低減を目的として、熱間加工において耐割れ性の優れたステンレス鋼を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いている。

(1) 本発明のステンレス鋼は、重量%でC：0.04～0.15%と、Si：2%以下と、Mn：3%以下と、S：0.003%以下と、P：0.07%以下と、O：0.004%以下と、Ni：5～25%と、Cr：13～35%と、Al：0.006～0.03%と、N：0.3%以下と、B：0.0002～0.0005%とを含有し、残部Fe及び不可避免の不純物からなることを特徴とする、高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼である。

(2) 本発明のステンレス鋼は、鋼成分として、重量%でさらに、Mo：1.5～4%を含有することを特徴とする、上記(1)に記載の高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼である。

(3) 本発明のステンレス鋼は、鋼成分として、重量%でさらに、Nb：1.2%以下、Ti：0.6%以下、V：0.6%以下、及びZr：1.2%以下のうち一種以上を含有することを特徴とする、上記(1)または(2)に記載の高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼である。

## 【0010】

【発明の実施の形態】本発明者らは、Bが粒界偏析しや

すく粒界強度を上げることについては、従来よりBを少量添加した種々のステンレス鋼の、クリープ破断試験、高温引張試験等を通して繰り返し確認してきた。そうした知見からは、熱間加工時の耐割れ性向上にBは有効な筈である。にもかかわらず、熱間加工における耐割れ性向上に、安定した効果をもたらさない原因について、本発明者らは鋭意研究を重ねた。

【0011】その結果、Bは確かに粒界強度を上げると考えられるが、同時に粒界付近の融点を低下させ、結果として鋼の加熱時の熔融を促進していることが見出された。即ち、実製造時に分塊圧延の段階で生じる割れは、部分的に融点に達した箇所（粒界）が延性を失うことで、加工割れを起こしていることが明らかになった。つまり割れの因子としては、温度因子として炉の加熱温度、スラブ寸法に依存するスラブ内温度分布、加工発熱等の影響、材料因子として偏析の程度と局所的な成分変動がもたらす融点低下の程度、加工因子として局所的な歪みの程度等の全ての影響を受けていることになる。

【0012】このうち、材料因子としての局所的な歪みの偏析もしくは濃縮の程度は、Bの場合平均組成の約10倍以上にのぼること、そのため平均組成としてのB量は0.0005重量%の添加を上限とすべきであること、これ以下であれば、発明者らが従来確認してきたようなB添加鋼の粒界強度の向上効果は著しいことが、明瞭に確認できた。そして、先行する技術においては、Bの添加量がいずれも0.0005%以上と多量であるために、スラブ加熱条件によっては熱間圧延時に割れが生じていたものであることを確認するに至ったのである。

【0013】以上の知見に基づき、本発明者らは、オーステナイト系ステンレス鋼に添加するB量を、その熱間加工性を劣化させない範囲で、一定範囲内に制御するようにして、高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼を見出し、本発明を完成させた。

【0014】すなわち、本発明は、鋼組成を下記範囲に限定することにより、高い高温強度を有し、かつ製造歩留りや製造コストの低減を目的として、熱間加工において耐割れ性の優れたステンレス鋼を提供することができる。

【0015】以下に本発明の成分添加理由及び成分限定理由について説明する。

#### (1) 成分組成範囲

C: 0.04~0.15%

鋼の粒界強度向上に役立ち、高温強度を向上させる元素であるが、0.04%以上添加しないと高温強度の十分な向上は得られず、一方、0.15%を超えて添加すると熱間延性を害するので、添加量は0.04~0.15%である。

【0016】Si: 2%以下

脱酸に効果があり、鋼中のO低減を通じて熱間加工性を向上させるが、2%を超えて添加すると圧延後の疵が多

発するようになるので、添加量は2%以下である。

【0017】Mn: 3%以下

ステンレス鋼においてはオーステナイト安定化元素として有効に働くが、3%を超えて添加すると延性が低下するので、添加量は3%以下である。

【0018】S: 0.003%以下

熱間加工性に最も有害な元素であって、含有量は低い程よい。0.003%以下であれば熱間延性は許容できるので、含有量は0.003%以下である。

【0019】P: 0.07%以下

熱間加工性を害する元素であって、含有量は低い程よい。0.07%以下であれば熱間延性は許容できるので、含有量は0.07%以下である。

【0020】O: 0.004%以下

熱間加工性を害する元素であって、含有量は低い程よい。0.004%以下であれば熱間延性は許容できるので、含有量は0.004%以下である。

【0021】Ni: 5~25%

強力なオーステナイト相の安定化元素であり、鋼の延性を全般に向上させる。ここで対象としている成分系では、同相の安定化には5%以上の添加が必要である。一方、25%を超えて添加すると同相が過度に安定となり、有害なS、P、Oなどの元素の粒界偏析の程度が著しく大きくなり、熱間加工性を損ねる結果になるので、添加量は5~25%である。

【0022】Cr: 13~35%

ステンレス鋼の基本成分であり、高温における耐酸化性向上に有効である。13%以上添加しないと高温加熱時の酸化スケールは粒界にそって内部に著しく発達する結果、熱間加工時の割れも著しくなる。一方、35%を超えて添加すると、組織をオーステナイト単相に保持することは困難になり、析出したフェライト相との界面においてやはり加工時の割れが発生しやすくなるので、添加量は13~35%である。

【0023】Al: 0.006~0.03%

Siと同様、脱酸に効果があり、鋼中のO低減を通じて熱間加工性を向上させるが、0.006%以上添加しないと効果は十分でなく、逆に0.03%を超えて添加すると圧延後の地疵が多発するようになるので、添加量は0.006~0.03%である。

【0024】N: 0.3%以下

添加によりオーステナイト相が安定化する。Niの場合と同様で、0.3%を超えて添加すると同相が過度に安定となり、有害なS、P、Oなどの元素の粒界偏析の程度が著しく大きくなり、熱間加工性を損ねる結果になるので、添加量は0.3%以下である。

【0025】B: 0.0002~0.0005%

前述したとおり、添加量の制御が本発明の主眼とするところである。通常の製鋼において不純物として含まれる含有量は0.0001%程度であるが、0.0002%

以上の含有量とすれば粒界強化の効果は十分現れる。一方、0.0005%を超えて含有すると、粒界に低融点の化合物を生じやすくなり、加熱条件によっては圧延時に割れを生じるため、含有量を0.0002~0.0005%に制限する。

【0026】Mo: 1.5~4%

鋼の耐食性向上に有効な元素であり、その効果が発揮される1.5%以上、自己偏析による圧延時の割れの発生しない4%以下の範囲で、選択添加が可能である。

【0027】Nb ≤ 1.2%, Ti ≤ 0.6%, V ≤ 0.6%, Zr ≤ 1.2%

Nb, Ti, V, Zrはいずれも強力に炭化物を形成し、炭化物分散強化を通じて、単にCを添加した場合よりも鋼の高温強度を向上させるので、一種以上四種類までを選択添加できる。それぞれ1.2%、0.6%、0.6%、1.2%を超えて添加すると、加熱使用時に有害な金属間化合物が生成し、高温強度を低下させるので、添加量は、Nb: 1.2%以下、Ti: 0.6%以下、V: 0.6%以下、Zr: 1.2%以下である。

【0028】上記の成分組成範囲に調整することにより、高温強度と熱間加工性に優れたステンレス鋼を得ることが可能となる。なお、製造条件については本発明では特に限定されない。すなわち、ステンレス鋼の溶製方法、鋼板製造時の圧延方法及び熱処理方法は通常採用される条件であればよい。以下に本発明の実施例を挙げ、本発明の効果を立証する。

【0029】

【実施例】表1は本発明鋼(No. 1~32)、表2は比較鋼(No. 33~61)の化学成分、高温強度および熱間加工性(圧延時表面疵個数、耳割れ長さ)をリストにしたものである。

【0030】各鋼は実験炉真空溶解し、得られた鋼塊を1250℃加熱分塊圧延及び仕上げ圧延、焼鈍の工程により供試鋼とした。分塊圧延は20%以上の大压下圧延3パスとし、圧延後スラブの表面/端面を直接観測することにより、熱間加工性の評価を行った。即ち地疵を含む表面疵を、スラブ最先端部を中心にカウントし、単位表面積あたりの疵個数として評価し、さらに端部に生じた耳割れ・エッジ割れ長さを、エッジからの深さとして計測した。

【0031】高温強度については、仕上げ圧延後の板中央部からL方向にクリープラプチャ試験片を削りだし(平行部寸法6mm径×30mm長さ)、600℃で2~数本のクリープラプチャ試験を実施して1000時間破断強さを内挿、もしくは外挿して求めた。

【0032】本発明鋼No. 1~No. 32は、後述する比較鋼に比べて、良好な高温強度と同時に、耐圧延割れ性等の熱間加工性に優れている。これらに対して、比較鋼No. 34はC、比較鋼No. 35はSi、比較鋼No. 36はMn、比較鋼No. 37はP、比較鋼No.

o. 39はO、比較鋼No. 41はNi、比較鋼No. 43はCr、比較鋼No. 46, 54はNの含有量が本発明規定値の範囲を超えているものであり、本発明鋼に比較して熱間加工性が劣る。また、比較鋼No. 47, 55, 56のようにBの含有量が本発明規定値の範囲を超えている場合に、耳割れが増大する一方、比較鋼No. 48のように無添加の不純物レベルを含むのみでは、やはり熱間延性に不足が生じることも判る。B含有量と耳割れ長さの関係を図1に示す。

【0033】一方、比較鋼No. 33はCが不足し良好な高温強度が得られていない。比較鋼No. 38はSの含有量が過剰であり、長時間の高温延性が低下する結果、やはり本発明鋼に比較して高温強度が劣る。また、比較鋼No. 40はNi量が不足し組織がオーステナイトとなっておらず、高温強度は低い。比較鋼No. 42はCr量が不足しクリープラプチャ試験片表面が著しい高温酸化を受けた結果、ラプチャの促進を招いた。当然、高温強度は低い。さらに、比較鋼No. 49はMo、比較鋼No. 50, 57はNb、比較鋼No. 51, 58はTi、比較鋼No. 52, 59はV、比較鋼No. 53, 60はZr、比較鋼No. 61はNbとTiの含有量が本発明規定値の範囲を超えているものであり、自己偏析または脆い金属間化合物の析出を招いた結果、本発明鋼に比較して、熱間加工性または高温強度が劣っている。比較鋼No. 44, 45はAl量がそれぞれ不足、もしくは過剰なため、前者では脱酸不十分による耳割れ発生、後者では酸化物起因の地疵増大が目立った。前出の比較鋼No. 35のSi過剰、比較鋼No. 39のO過剰の場合も地疵個数が大幅に増加し、酸化物起因であることが推定される。

【0034】実製造ラインの試作は、以上の実験室検討との対応をとりつつ、6チャージについて実施し、高温強度と、表面疵、耳割れの二項目について熱間加工性(製造性)を評価した。結果を表3に纏めて示す。表3のNo. 70, No. 71, No. 72は本発明鋼、No. 73, No. 74, No. 75は比較鋼となっている。

【0035】本発明鋼No. 70~72は、いずれも良好な高温強度を有し、かつ表面疵は5個/m<sup>2</sup>以下であり、耳割れはエッジより5mm以下であり、容易に手入れ除去できるレベルであった。

【0036】一方、比較鋼No. 73はB量が適性範囲より大きく、また比較鋼No. 74は適性範囲より低いため、いずれも多数の表面疵が生じ、耳割れも深い傾向があった。B量と耳割れ長さの関係を図2に示す。さらに、比較鋼No. 75はC量が適性範囲より低いため、高温強度が劣っている。

【0037】なお、実製造の6チャージは最近実機化された大型連続鋳造機による250×1700(mm)のスラブ断面を用いた。以上に例示するように、本発明で

意図する熱間加工性および高温強度を得るためには、本 \*る。

発明で特徴とする各合金元素の含有量を規定し、特にB 【0038】

量を厳格に管理することが必要であることが理解され \* 【表1】

表 1

区分	No.	化 学 成 分 (重量%)								
		C	Si	Mn	P	S	O	Ni	Cr	sol. Al
本 発 明 鋼	1	0.05	0.59	1.25	0.036	0.002	0.0030	8.42	17.85	0.011
	2	0.04	0.65	1.04	0.028	0.002	0.0025	10.52	18.06	0.008
	3	0.14	0.51	1.08	0.022	0.001	0.0028	8.30	18.11	0.009
	4	0.06	1.70	1.34	0.030	0.001	0.0027	8.09	18.04	0.010
	5	0.05	0.44	2.51	0.019	0.001	0.0024	7.95	18.10	0.007
	6	0.05	0.65	1.26	0.065	0.002	0.0021	12.03	18.24	0.007
	7	0.05	0.60	1.15	0.015	0.003	0.0019	12.05	18.09	0.009
	8	0.08	0.53	1.10	0.016	0.002	0.0040	11.55	18.13	0.009
	9	0.05	0.58	1.34	0.022	0.003	0.0033	6.00	16.19	0.018
	10	0.07	0.57	1.19	0.041	0.001	0.0035	23.20	17.96	0.016
	11	0.05	0.46	1.23	0.036	0.002	0.0030	5.68	14.82	0.022
	12	0.07	0.64	1.20	0.033	0.001	0.0028	21.00	25.30	0.019
	13	0.07	0.47	1.55	0.032	0.002	0.0027	24.30	32.90	0.025
	14	0.06	0.52	1.02	0.027	0.002	0.0015	9.42	17.82	0.006
	15	0.06	0.55	1.18	0.026	0.001	0.0011	9.31	17.80	0.029
	16	0.05	0.55	1.07	0.040	0.002	0.0033	9.38	17.96	0.014
	17	0.06	0.61	1.07	0.024	0.002	0.0036	8.99	17.93	0.012
	18	0.05	0.67	1.03	0.016	0.001	0.0034	8.76	17.88	0.011
	19	0.05	0.59	1.10	0.033	0.001	0.0032	8.80	17.69	0.017
	20	0.06	0.58	1.28	0.035	0.001	0.0039	12.04	18.03	0.015
	21	0.07	0.69	1.27	0.031	0.002	0.0024	11.68	18.00	0.020
	22	0.06	0.81	1.24	0.030	0.001	0.0035	11.84	18.01	0.016
	23	0.07	0.82	1.25	0.026	0.002	0.0034	11.37	18.10	0.017
	24	0.07	0.44	1.33	0.025	0.001	0.0029	10.06	18.27	0.013
	25	0.05	0.49	1.36	0.020	0.001	0.0026	10.38	17.68	0.023
	26	0.06	0.55	1.15	0.031	0.002	0.0017	8.25	18.01	0.019
	27	0.05	0.47	1.04	0.019	0.002	0.0026	8.33	18.06	0.012
	28	0.06	0.44	1.09	0.017	0.001	0.0015	8.46	18.10	0.009
	29	0.06	0.39	1.07	0.026	0.001	0.0030	8.31	18.04	0.008
	30	0.07	0.36	1.03	0.022	0.001	0.0017	8.72	18.05	0.016
	31	0.06	0.48	1.08	0.025	0.003	0.0018	8.99	18.07	0.017
	32	0.06	0.47	1.11	0.024	0.002	0.0022	8.62	17.89	0.014

【0039】

【表2】

表 1 (つづき)

区分	No	化 学 成 分 (重量%)						
		N	B	Mo	Nb	Ti	V	Zr
本 発 明  鋼	1	0.007	0.0004	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.003	0.0002	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	0.004	0.0003	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	4	0.011	0.0005	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	5	0.009	0.0004	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	6	0.008	0.0004	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	7	0.010	0.0005	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	8	0.007	0.0002	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	9	0.009	0.0002	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	0.014	0.0003	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	0.012	0.0005	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	12	0.011	0.0005	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	13	0.006	0.0004	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	14	0.008	0.0003	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00
	15	0.010	0.0004	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	16	0.244	0.0004	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	17	0.154	0.0005	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	18	0.162	0.0005	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	0.002	0.0005	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	0.006	0.0005	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00
	21	0.004	0.0003	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	22	0.008	0.0004	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00
	23	0.003	0.0004	0.05	0.87	0.00	0.00	0.00
	24	0.007	0.0003	0.04	0.00	0.44	0.00	0.00
	25	0.002	0.0002	0.03	0.00	0.00	0.39	0.00
	26	0.006	0.0004	0.05	0.00	0.00	0.00	0.65
	27	0.001	0.0004	0.34	0.21	0.15	0.00	0.00
	28	0.004	0.0003	2.43	0.74	0.00	0.00	0.00
	29	0.003	0.0002	2.48	0.51	0.38	0.00	0.00
	30	0.002	0.0003	2.36	0.44	0.00	0.21	0.00
	31	0.002	0.0005	2.39	0.26	0.25	0.12	0.00
	32	0.005	0.0004	2.51	0.34	0.20	0.14	0.37

【0040】

【表3】

表 1 (つづき)

区分	No	高温強度	圧延時表面疵	圧延時耳割れ
		600℃1000hクリープ 破断強度 (MPa)	疵個数 (個/m <sup>2</sup> )	エッジからの深さ (mm)
本 発 明 鋼	1	205	4	0.0
	2	184	4	0.0
	3	268	0	0.0
	4	197	2	0.0
	5	186	1	0.0
	6	245	3	0.0
	7	203	3	0.0
	8	200	7	0.0
	9	172	0	0.0
	10	228	4	0.0
	11	174	2	0.5
	12	231	3	0.0
	13	213	0	0.3
	14	210	0	0.0
	15	218	4	0.0
	16	324	1	0.0
	17	306	0	0.0
	18	308	0	0.0
	19	234	2	0.0
	20	227	0	0.0
	21	263	0	0.0
	22	266	3	0.0
	23	310	0	0.0
	24	295	2	0.0
	25	275	5	0.0
	26	260	0	0.0
	27	315	1	0.0
	28	322	4	0.0
	29	330	0	0.0
	30	301	3	0.0
	31	316	0	0.0
	32	289	0	0.0

【0041】

【表4】



表 2

区分	No	化 学 成 分 (重量%)								
		C	Si	Mn	P	S	O	Ni	Cr	sol. Al
比較鋼	33	0.03*	0.55	1.07	0.024	0.001	0.0026	8.23	17.45	0.011
	34	0.17*	0.57	1.24	0.026	0.001	0.0031	8.45	18.02	0.008
	35	0.07	2.4*	1.13	0.023	0.001	0.0021	8.16	18.87	0.009
	36	0.06	0.89	3.84*	0.041	0.002	0.0019	8.17	19.03	0.010
	37	0.06	0.91	1.16	0.102*	0.001	0.0017	8.20	18.11	0.007
	38	0.07	0.68	1.09	0.039	0.005*	0.0028	10.65	17.36	0.007
	39	0.06	0.67	1.06	0.028	0.002	0.0140*	10.10	17.94	0.009
	40	0.05	0.60	1.08	0.027	0.002	0.0031	3.55*	18.10	0.009
	41	0.05	0.62	1.08	0.019	0.001	0.0017	25.50*	18.52	0.018
	42	0.05	0.59	1.17	0.014	0.001	0.0027	10.04	11.05*	0.016
	43	0.04	0.63	1.22	0.026	0.003	0.0027	25.00	35.51*	0.022
	44	0.07	0.66	1.27	0.029	0.003	0.0026	10.13	17.89	0.004*
	45	0.06	0.67	1.23	0.035	0.001	0.0028	9.35	17.25	0.044*
	46	0.08	0.65	1.20	0.037	0.001	0.0030	9.33	17.88	0.006
	47	0.06	0.54	1.02	0.030	0.003	0.0014	9.41	18.14	0.029
	48	0.05	0.53	1.11	0.020	0.002	0.0018	9.50	18.26	0.014
	49	0.05	0.48	1.17	0.018	0.002	0.0029	9.28	18.75	0.012
	50	0.07	0.57	1.13	0.028	0.002	0.0027	12.03	17.34	0.011
	51	0.06	0.55	1.05	0.036	0.001	0.0011	12.04	17.55	0.017
	52	0.07	0.53	1.09	0.037	0.002	0.0030	12.05	18.65	0.015
	53	0.07	0.52	1.50	0.027	0.001	0.0025	12.01	19.12	0.020
	54	0.06	0.59	1.03	0.029	0.002	0.0023	12.18	21.03	0.016
	55	0.05	0.51	1.14	0.021	0.001	0.0021	12.16	20.00	0.017
	56	0.06	0.48	1.47	0.025	0.001	0.0013	12.04	23.05	0.013
	57	0.06	0.53	1.25	0.038	0.001	0.0018	12.07	18.03	0.023
	58	0.07	0.60	1.00	0.037	0.002	0.0027	12.05	18.47	0.019
	59	0.06	0.49	1.03	0.018	0.002	0.0025	10.35	17.44	0.012
	60	0.07	0.51	0.97	0.017	0.002	0.0025	9.30	16.59	0.009
	61	0.07	0.57	1.90	0.017	0.001	0.0016	8.31	16.23	0.008

注) \*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

【0042】

【表5】

表 2 (つづき)

区 分	No.	化 学 成 分 (重量%)						
		N	B	Mo	Nb	Ti	V	Zr
比                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              								

注) \*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

【0043】

【表6】

表 2 (つづき)

区分	No.	高温強度	圧延時表面疵	圧延時耳割れ
		600°C1000hクリープ 破断強度 (MPa)	疵個数 (個/m <sup>2</sup> )	エッジからの深さ (mm)
比較鋼	33	134*	2	0.0
	34	234	3	5.3
	35	203	84	1.3
	36	178	1	2.2
	37	243	0	2.9
	38	146*	0	4.0
	39	198	29	1.8
	40	147*	3	0.0
	41	210	0	3.2
	42	133*	2	10.7
	43	206	3	3.3
	44	211	0	1.6
	45	215	57	1.0
	46	343	3	3.8
	47	228	0	2.0
	48	254	1	1.6
	49	260	3	2.9
	50	142*	2	0.0
	51	138*	2	0.0
	52	110*	0	0.0
	53	117*	4	0.0
	54	304	6	4.1
	55	249	2	3.7
	56	241	2	2.6
	57	139*	3	0.0
	58	115*	0	0.0
	59	116*	0	0.0
	60	108*	4	0.0
	61	103*	0	0.0

注) \*印は標準的な本発明鋼より50MPa以上低強度であることを表す。

【0044】

【表7】

表 3

区分	No.	化 学 成 分 (重量%)								
		C	Si	Mn	P	S	O	Ni	Cr	sol. Al
本発明鋼	70	0.12	0.50	1.02	0.025	0.001	0.0033	8.21	18.07	0.008
	71	0.06	1.45	1.00	0.021	0.001	0.0034	8.10	18.05	0.009
	72	0.05	0.43	1.68	0.020	0.002	0.0040	8.08	18.03	0.008
比較鋼	73	0.05	0.51	1.00	0.032	0.002	0.0029	8.06	18.10	0.009
	74	0.04	0.50	1.12	0.028	0.003	0.0041	8.01	18.07	0.009
	75	0.02*	0.52	1.04	0.019	0.001	0.0040	8.03	18.11	0.012

注) \*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

【0045】

【表8】

表 3 (つづき)

区 分	No	化 学 成 分 (重量%)						
		N	B	Mo	Nb	Ti	V	Zr
本発明側	70	0.005	0.0005	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	71	0.009	0.0003	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	72	0.007	0.0003	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
比較鋼	73	0.006	0.0010*	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	74	0.015	0.0001*	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	75	0.008	0.0004	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00

注) \*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

【0046】

【表9】

表 3 (つづき)

区 分	No	高温強度	圧延時表面疵	圧延時耳割れ
		600℃×1000時間 クランプ破断強さ(MPa)	疵個数(個/m <sup>2</sup> )	ε <sub>1</sub> からの深さ(mm)
本発明側	70	280	1	0.0
	71	203	4	0.0
	72	179	3	0.0
比較鋼	73	236	6*	6.0*
	74	238	15*	5.5*
	75	120*	4	0.0

注) \*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、鋼組成を特定することにより、従来技術が対象としていたスラブ断面より大型で熱延加工性に厳しい条件においても、高い高温強度を有しながら熱間加工性の優れたステンレス鋼を提供することができ、製造歩留りや製造コストの低減などを通じて工業上有用な効果がもたらされ

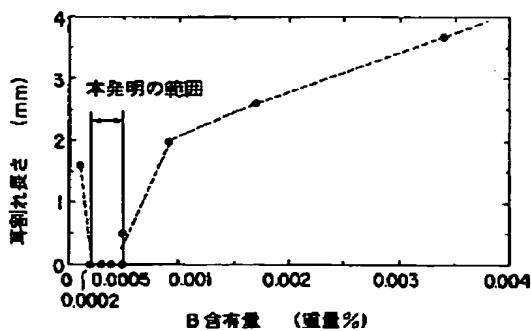
る。

【図面の簡単な説明】

【図1】B含有量と熱間圧延時の耳割れ長さの関係を示す図。

【図2】連続铸造材の製造ラインにおけるB含有量と耳割れ長さの関係を示す図。

【図1】



【図2】

